

レーザーイオン交換法による 微小円錐台形平面レンズの作成

背景

○マイクロレンズの必要性

半導体レーザーと光ファイバーの結合用

○要求される性能・特徴

- ・微小
- ・短焦点距離
- ・収差小さい

○レンズの種類

- ・球面レンズ・・短焦点距離



曲率の大きくする



反射や損傷が生じる

- ・屈折率分布レンズ・・熱イオン交換法



レーザーアシストイオン交換法

加工用光源	CO ₂ レーザー	YAGレーザー
波長	10.6[μm]	1.06[μm]
吸収率	多い	少ない
レンズ半径	大きい	小さい

目的

微小平面レンズの収差改善



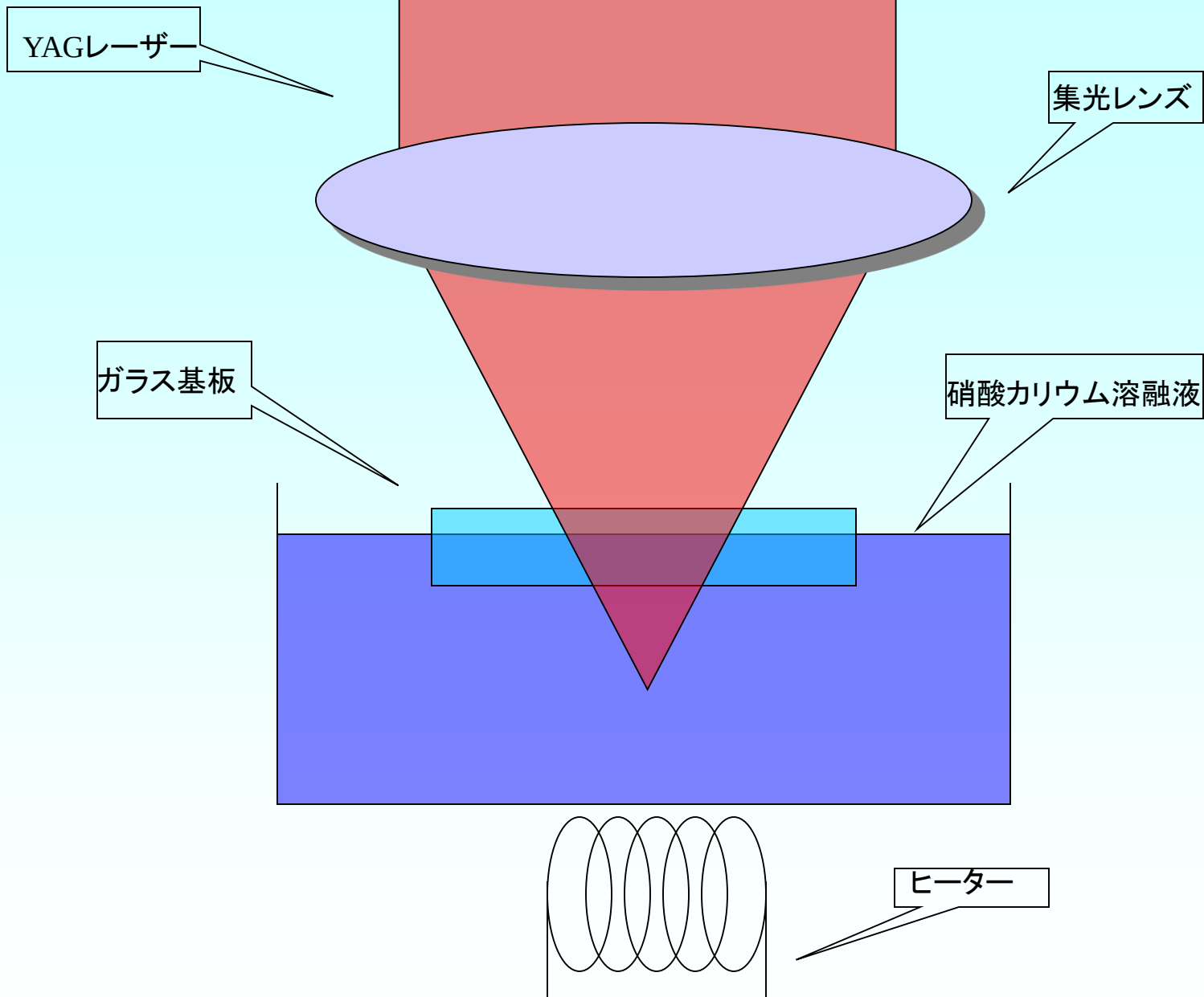
異なる焦点距離の集光レンズを使用する



屈折率差分布、レンズの断面の解析

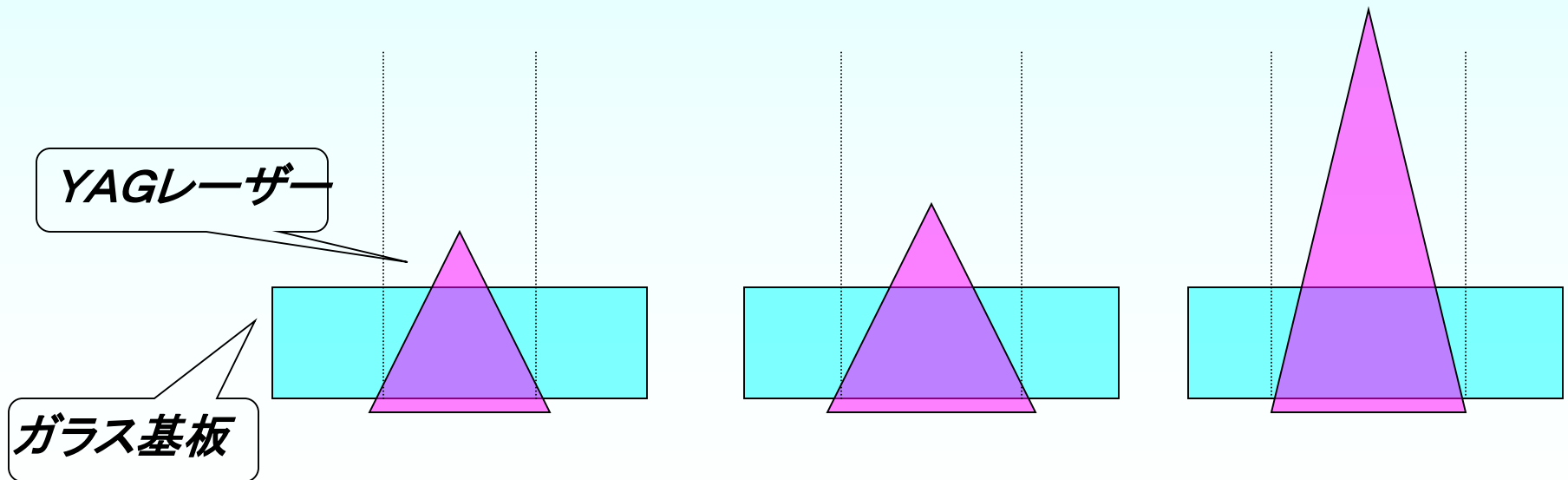
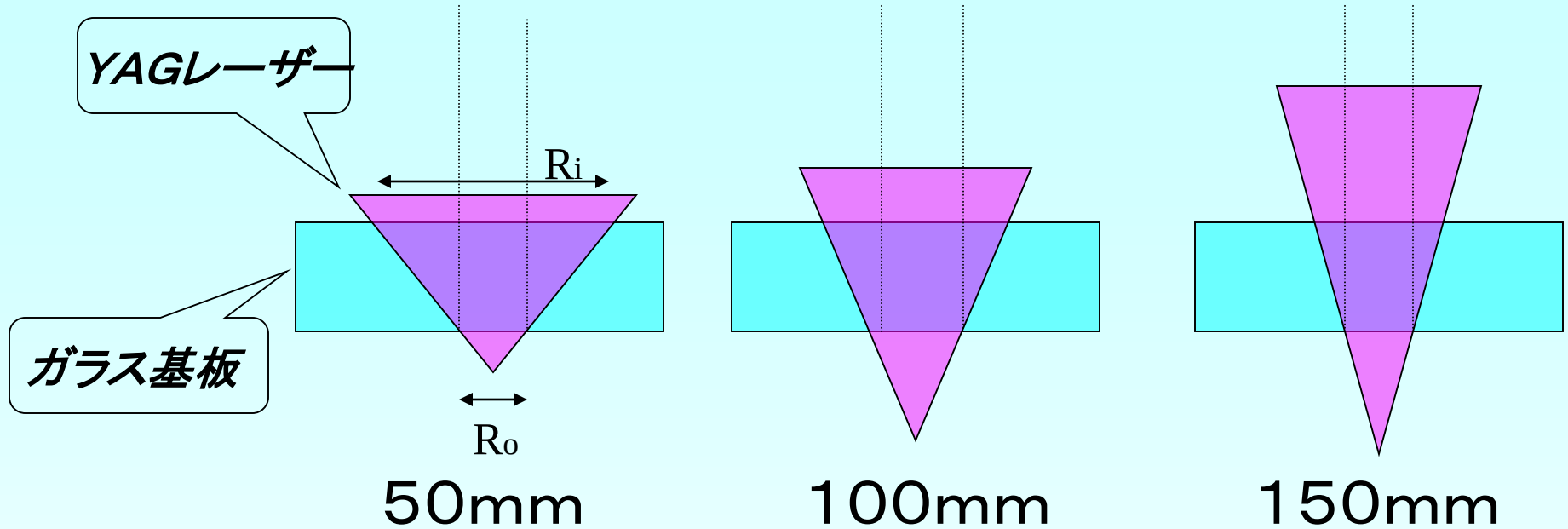


収差との関係をしらべ、検討する

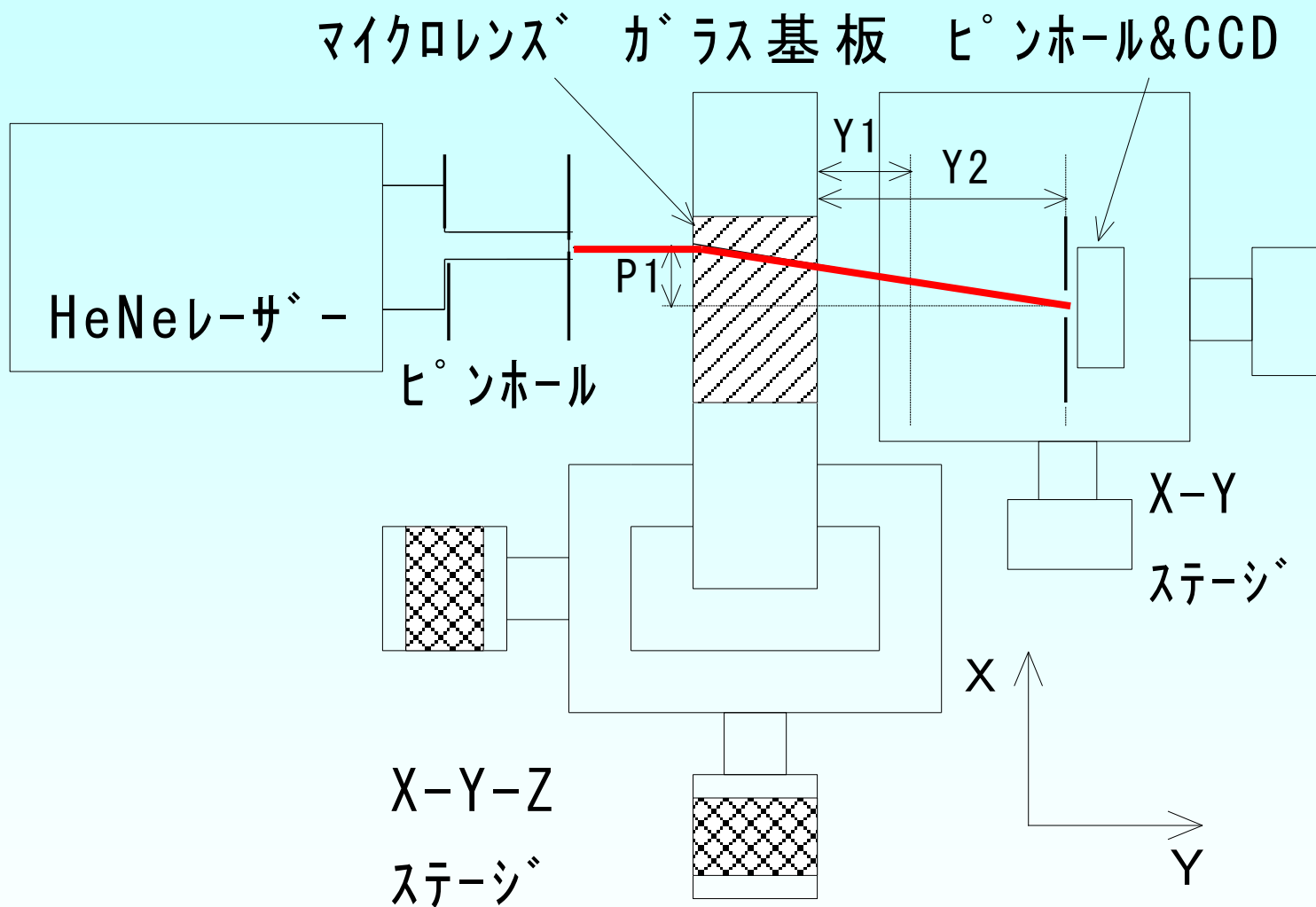


YAGレーザーアシストイオン交換法の様子

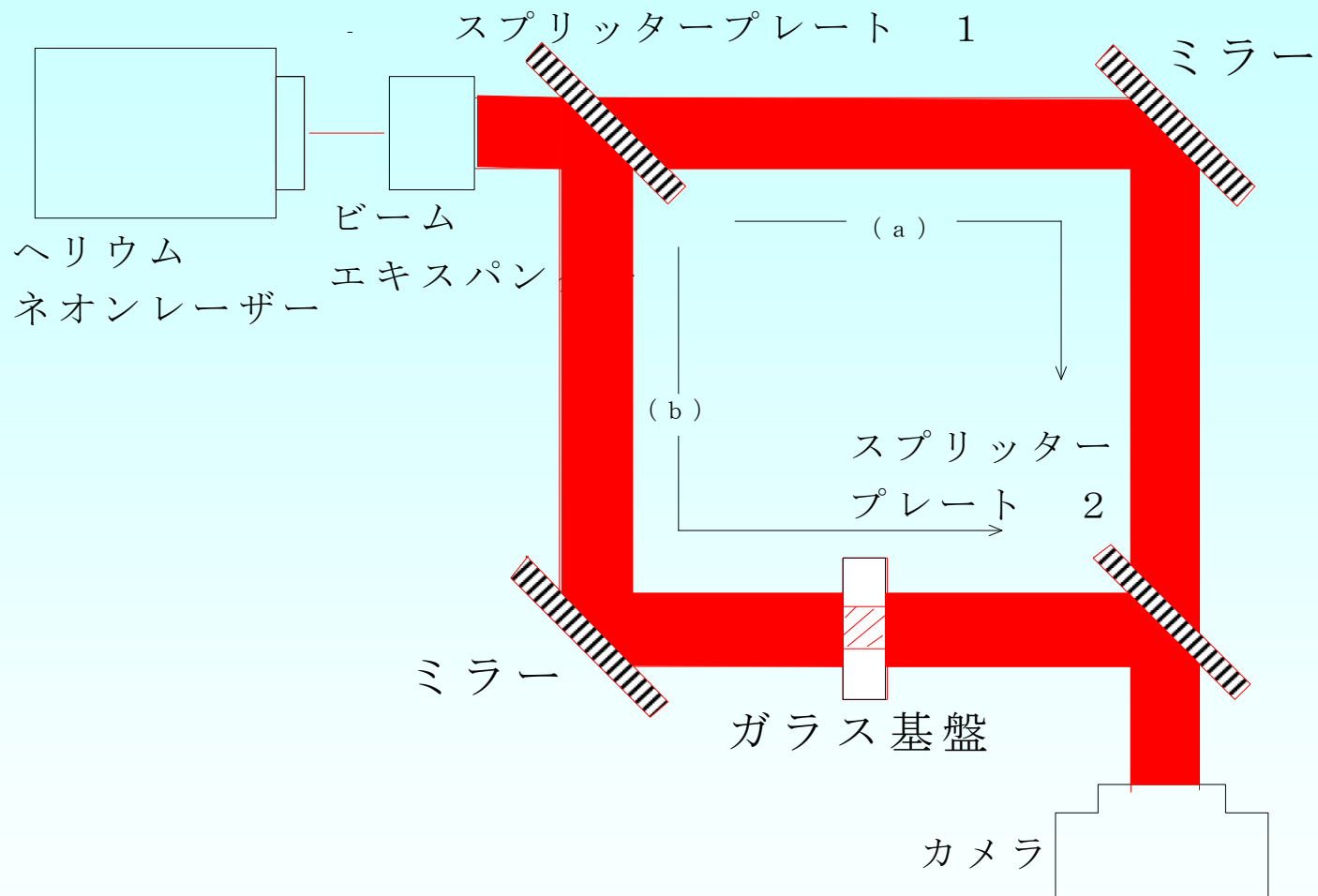
IFでのレンズ製作



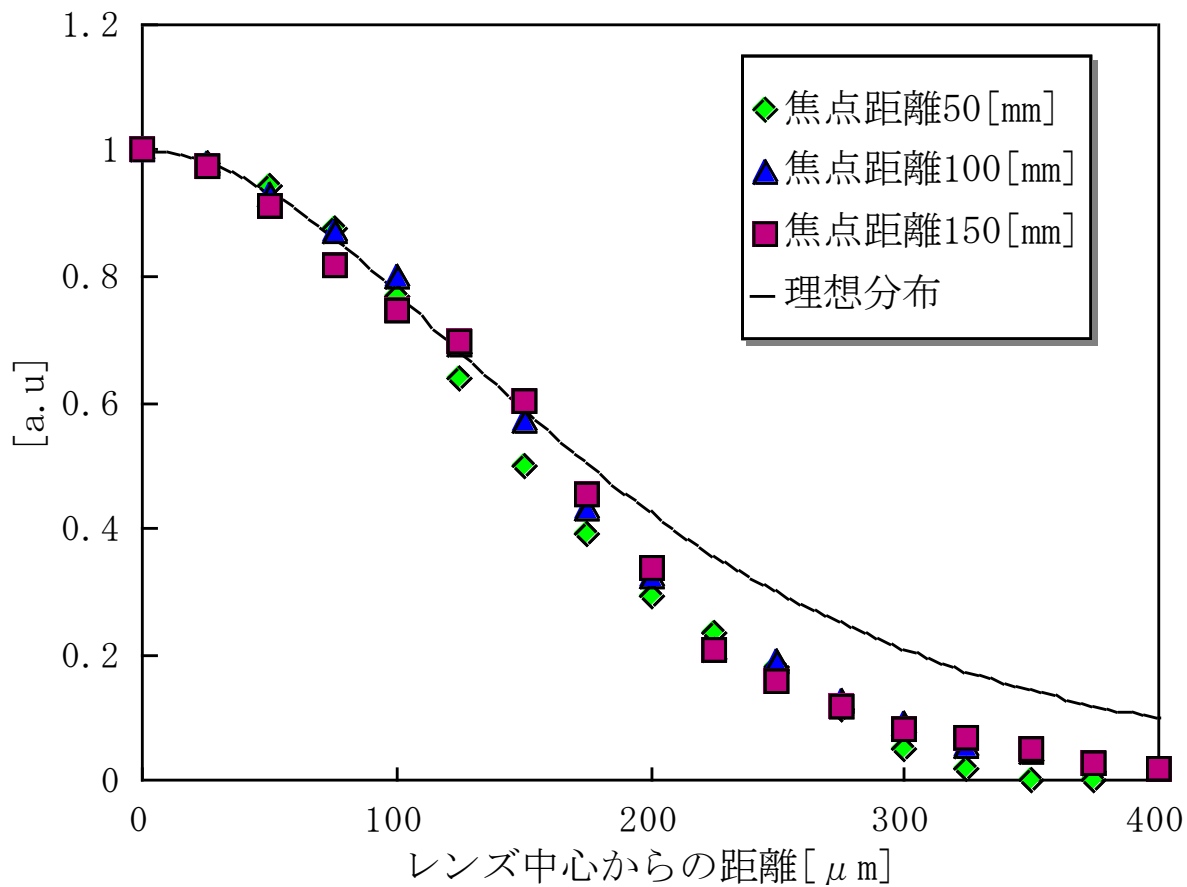
OFでのレンズ製作



光線追跡法の概略図



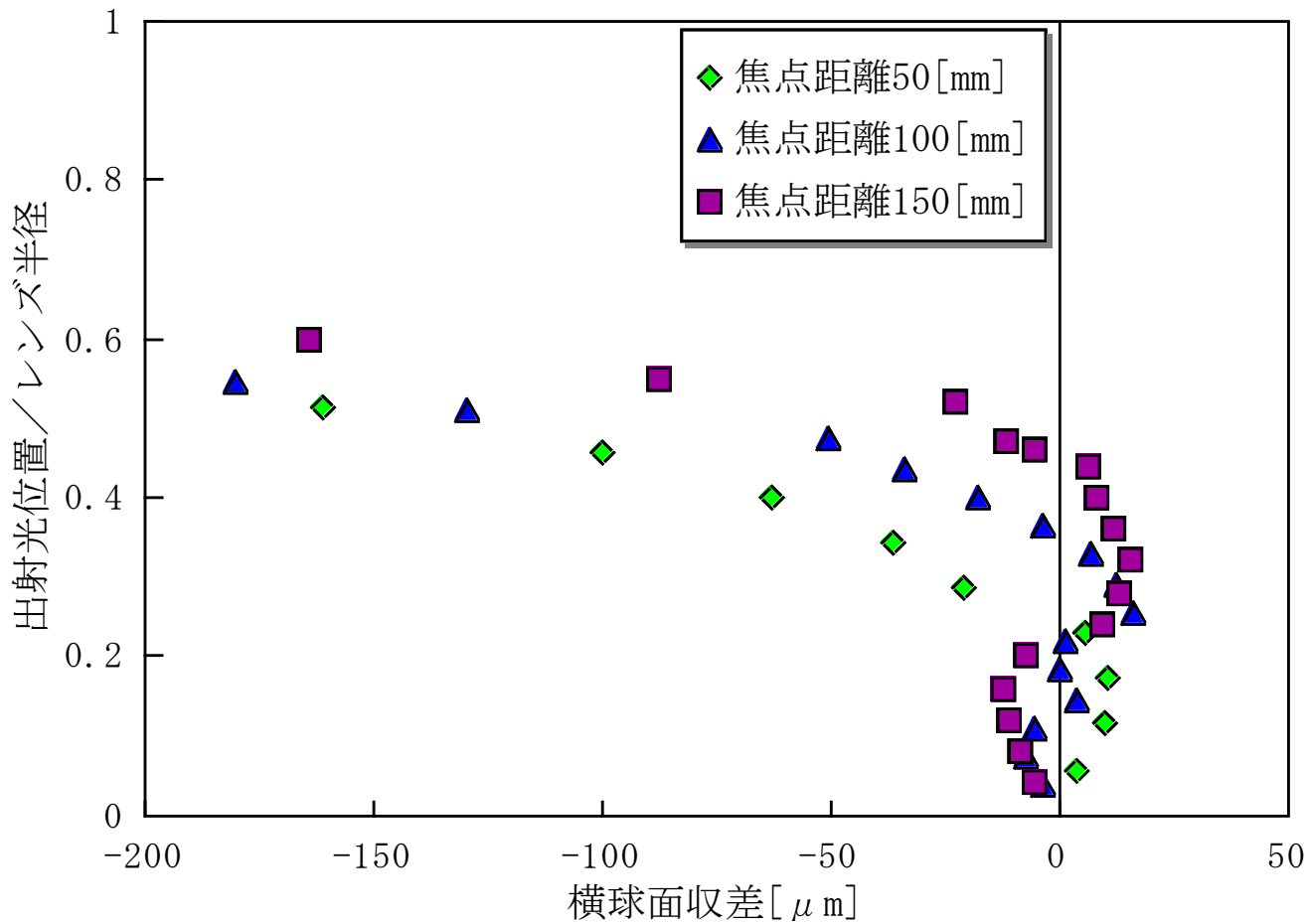
マッハツェンダー干渉計



屈折率の規格化 (I F)

レーザー出力－71W

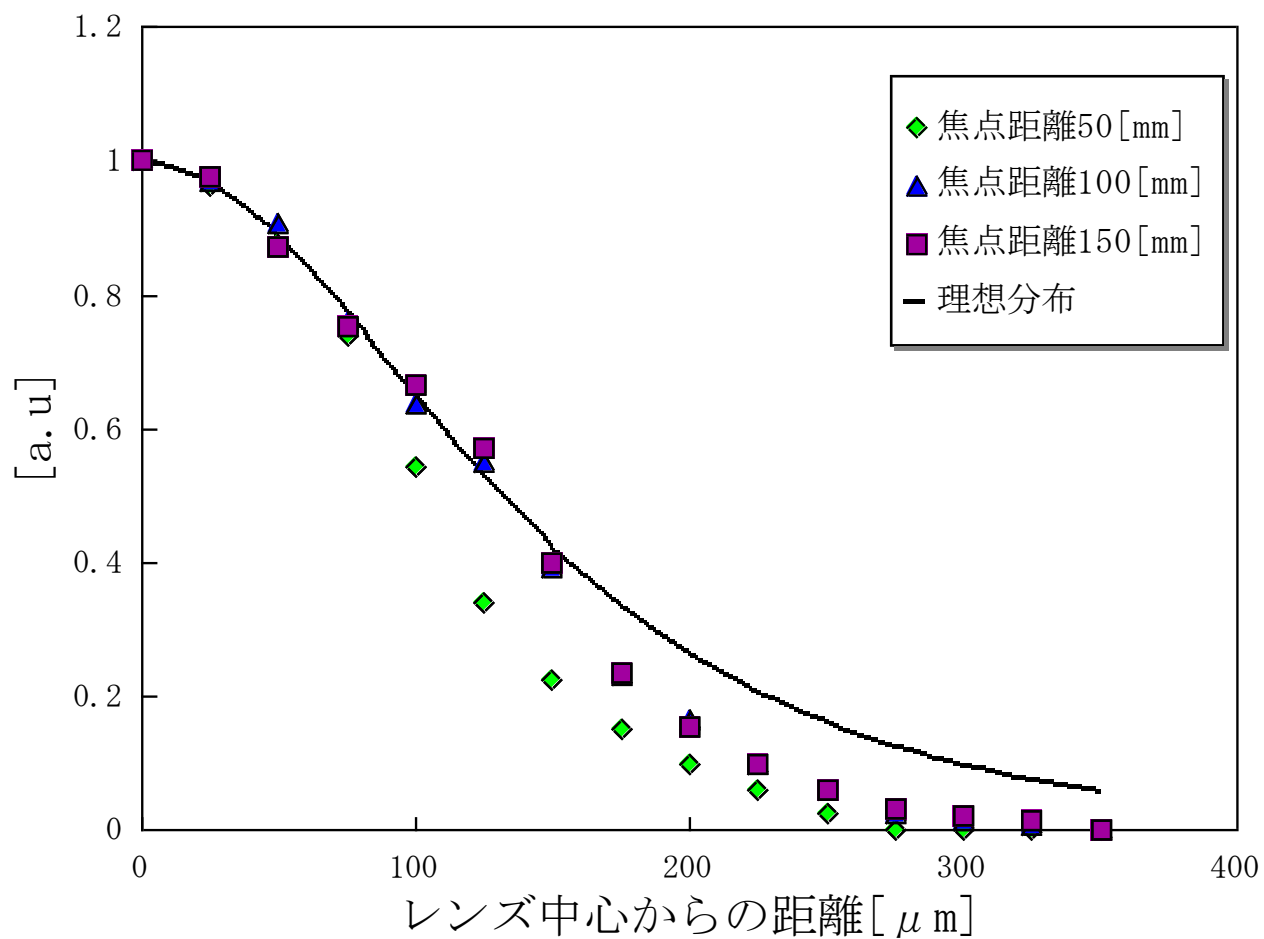
照射時間－1200s



横球面収差特性 (I F)

レーザー出力－71W

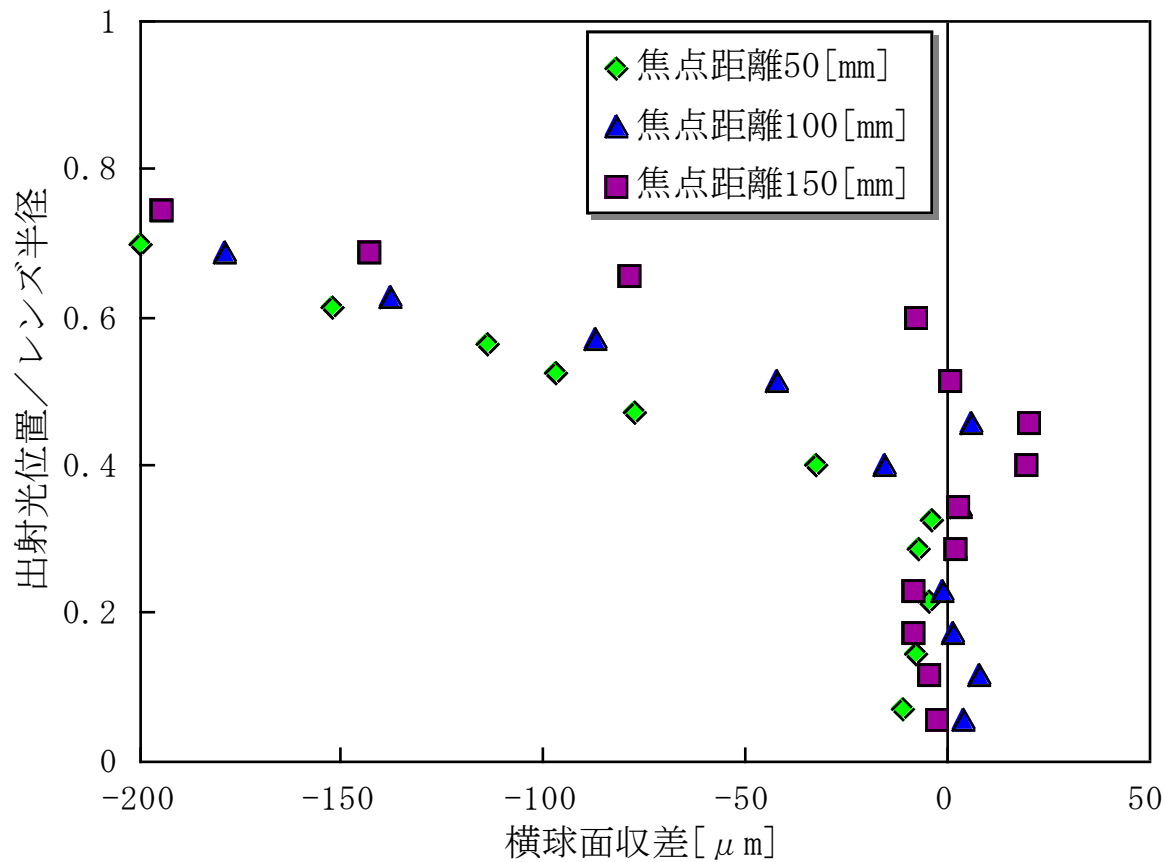
照射時間－1200s



屈折率差の規格化 (O F)

レーザー出力－71W

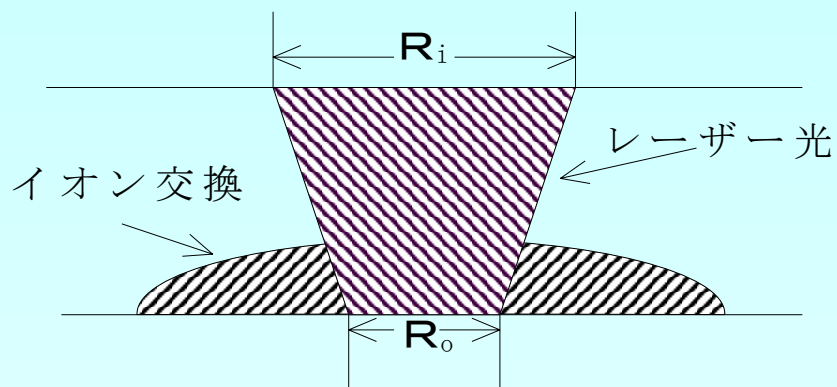
照射時間－1200s



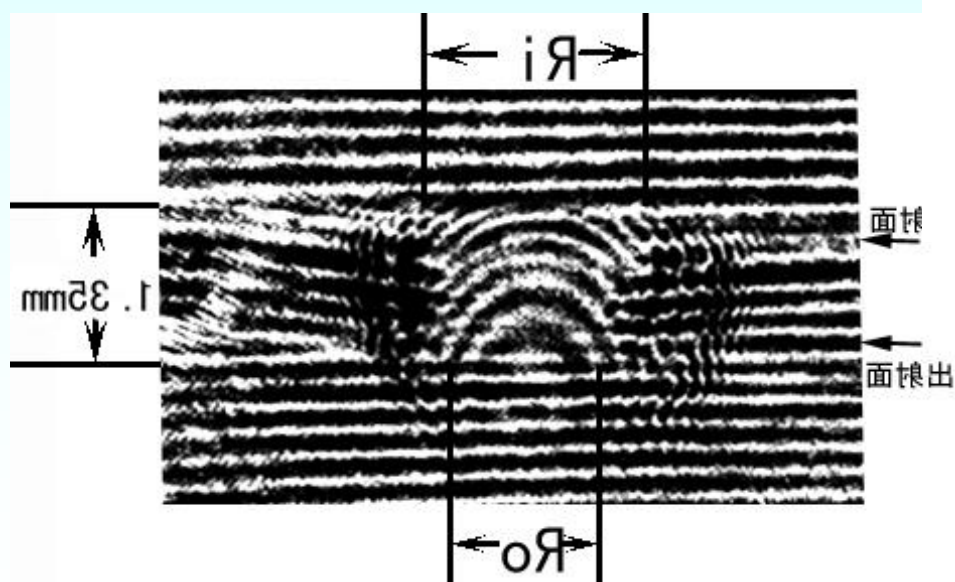
横球面収差特性 (O F)

レーザー出力－71W

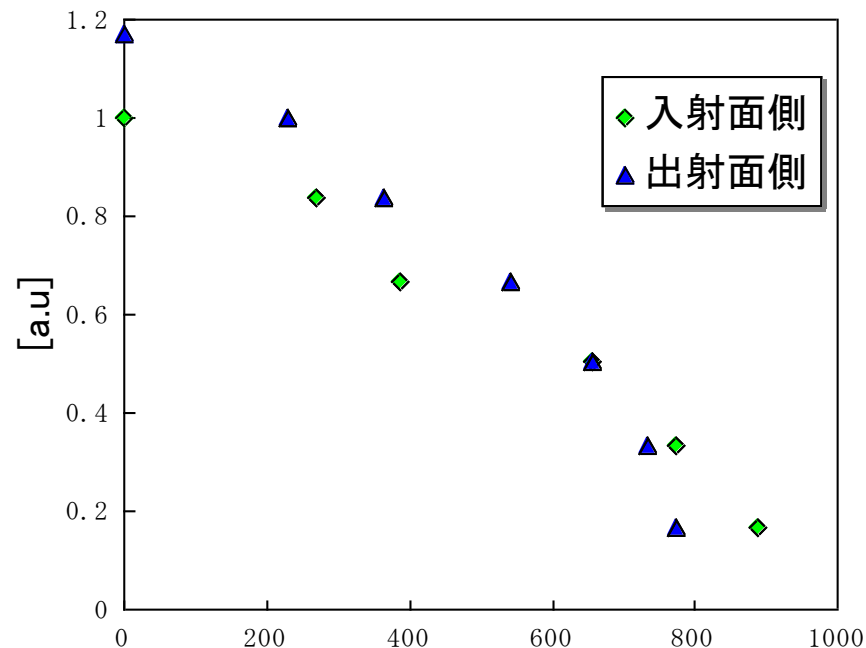
照射時間－1200s



レーザー光透過の様子



横断面からの干渉縞写真



レンズ中心からの距離[μm]

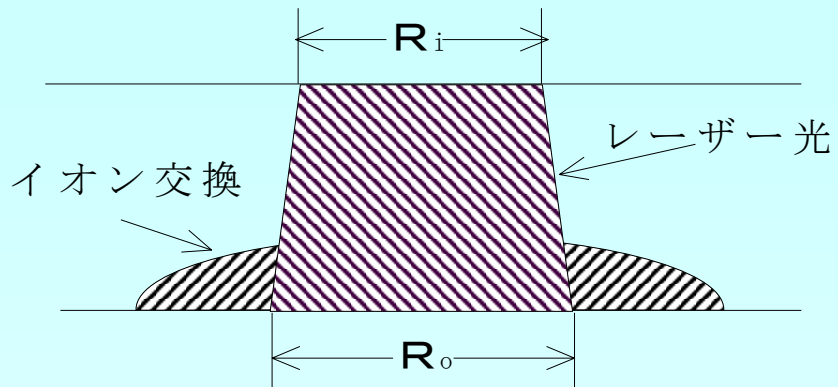
相対屈折率差分布

集光レンズの焦点距離—50mm

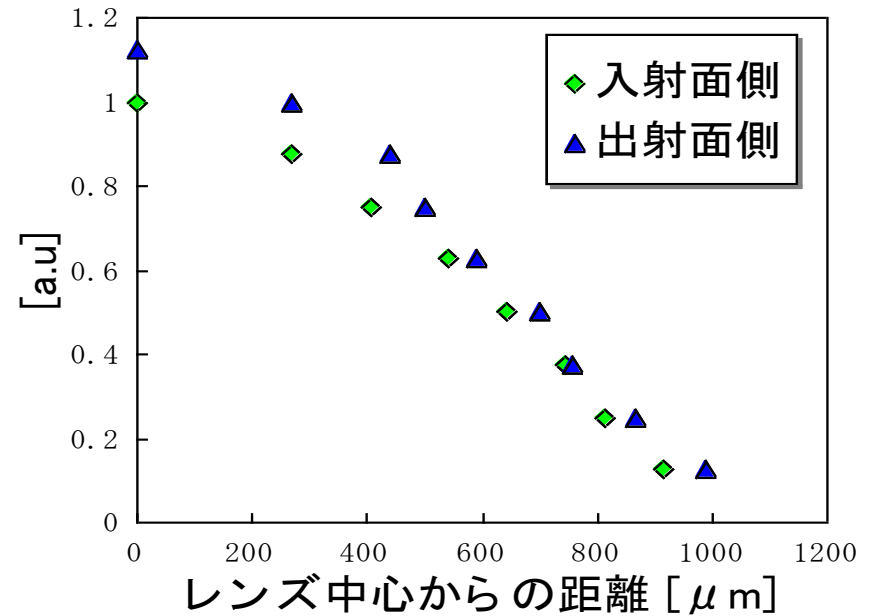
照射位置—IF5

レーザー出力—71W

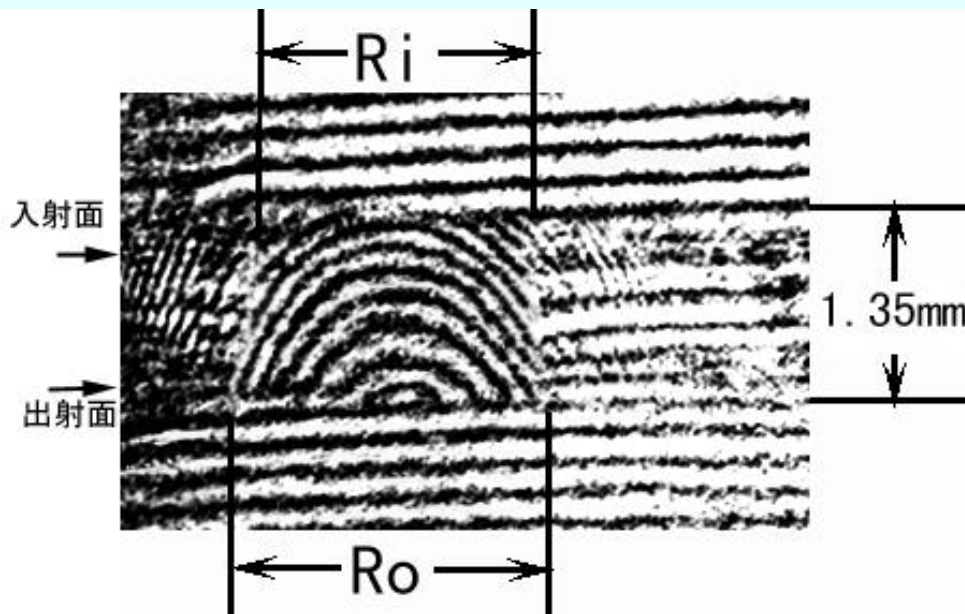
照射時間—1200s



レーザー光透過の様子

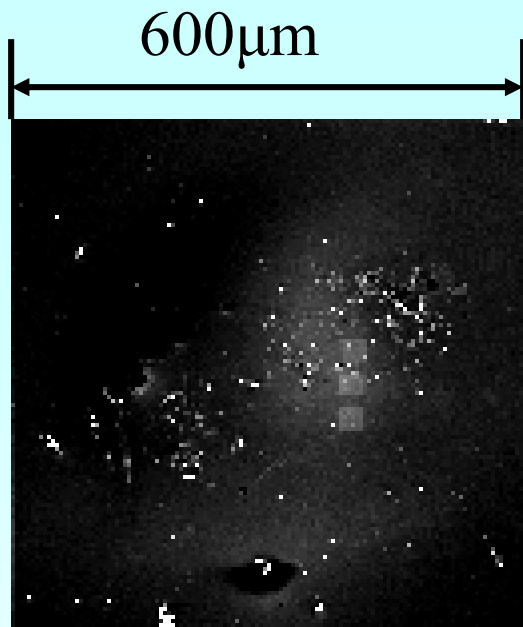


相対屈折率分布

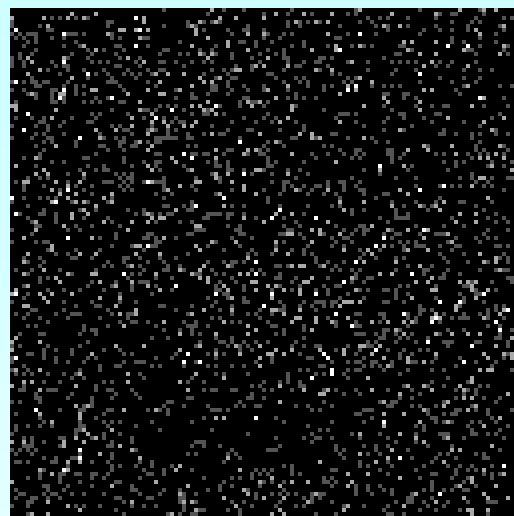


横断面からの干渉縞写真

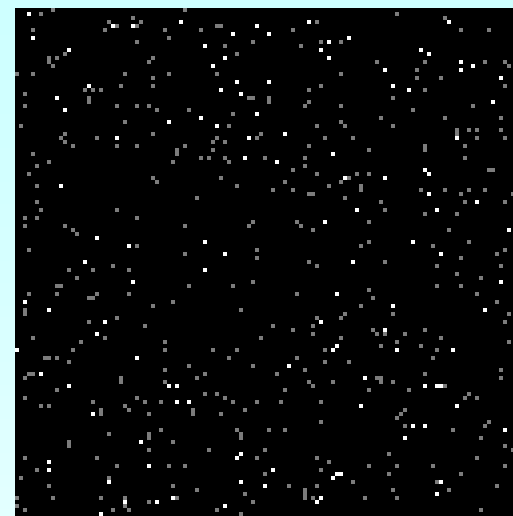
集光レンズの焦点距離－150mm
 照射位置－OF15
 レーザー出力－71W
 照射時間－1200s



全体図



ナトリウム



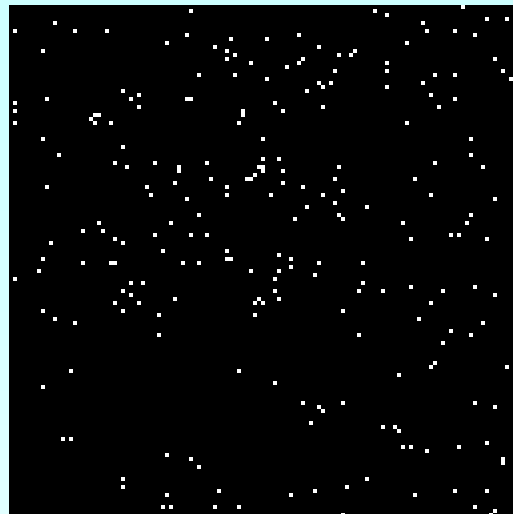
カリウム

	ナトリウム	カリウム
Atomic[%]	9.13	3.17

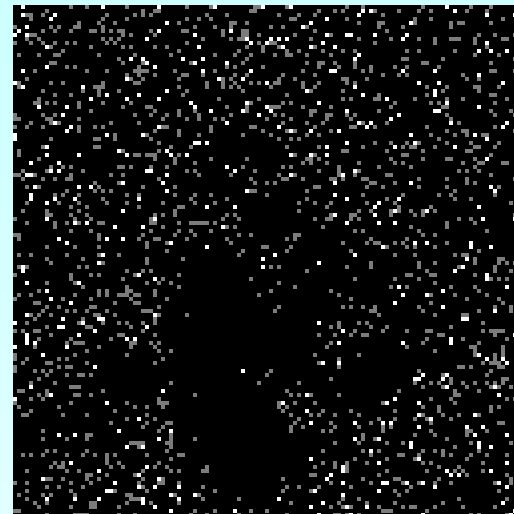
マッピングによるレンズの成分分析（表面）



全体図



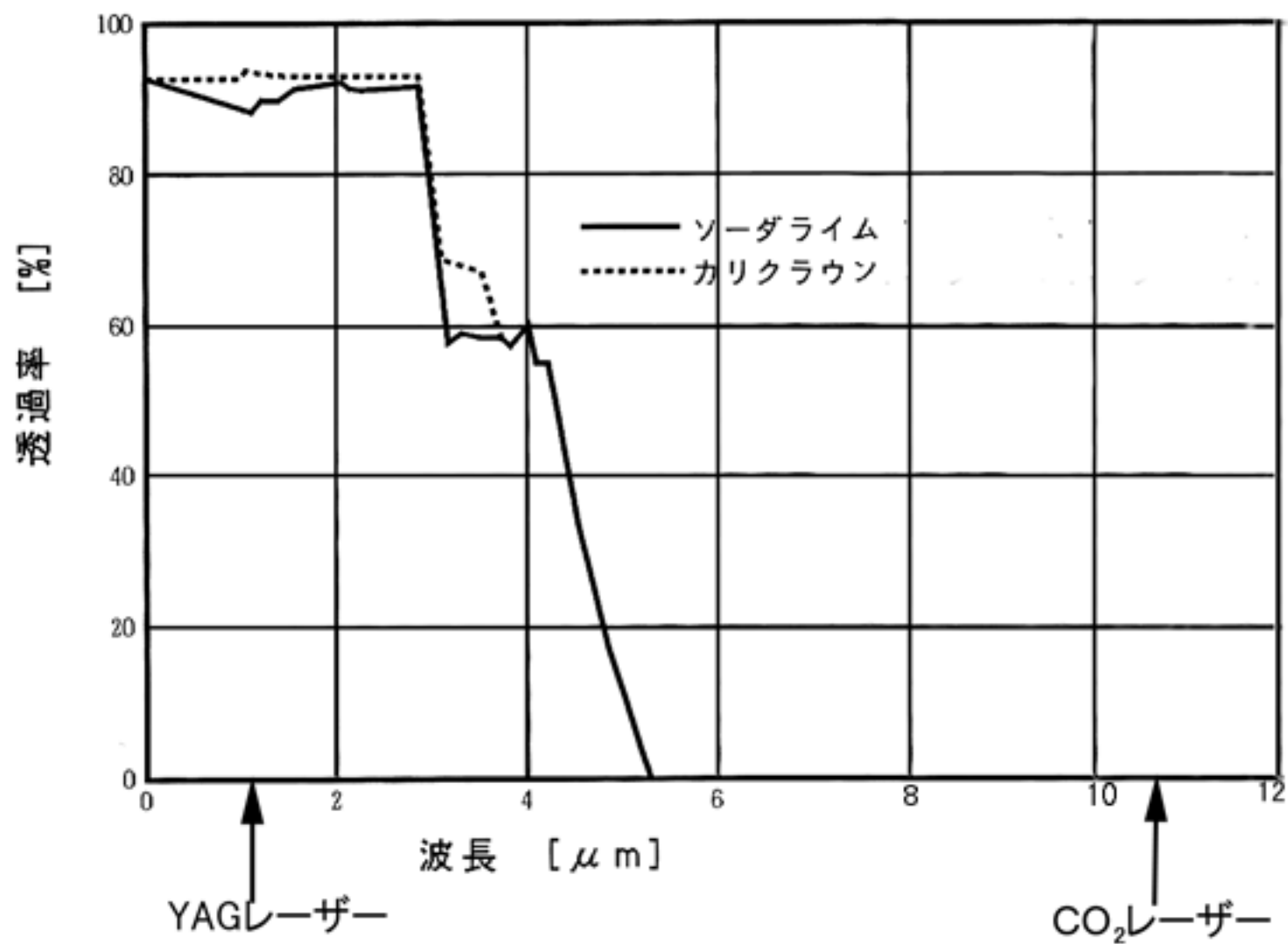
ナトリウム



カリウム

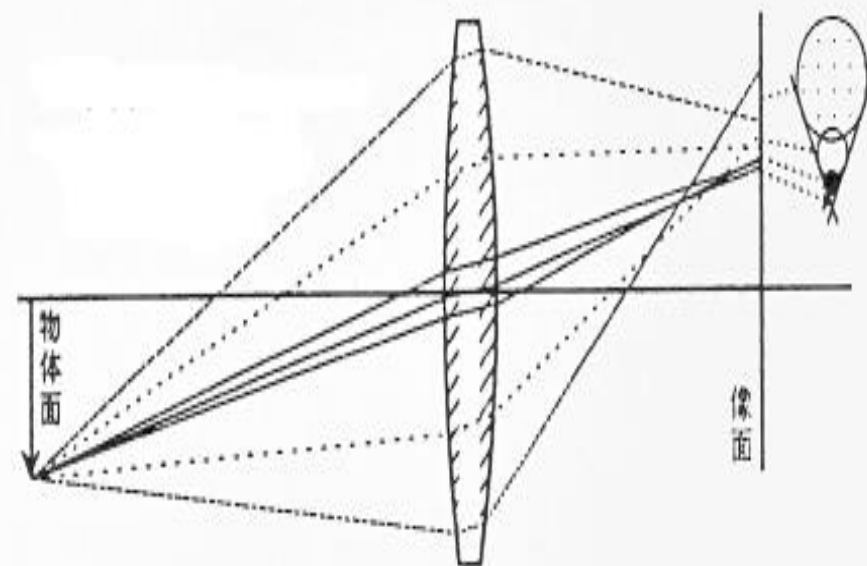
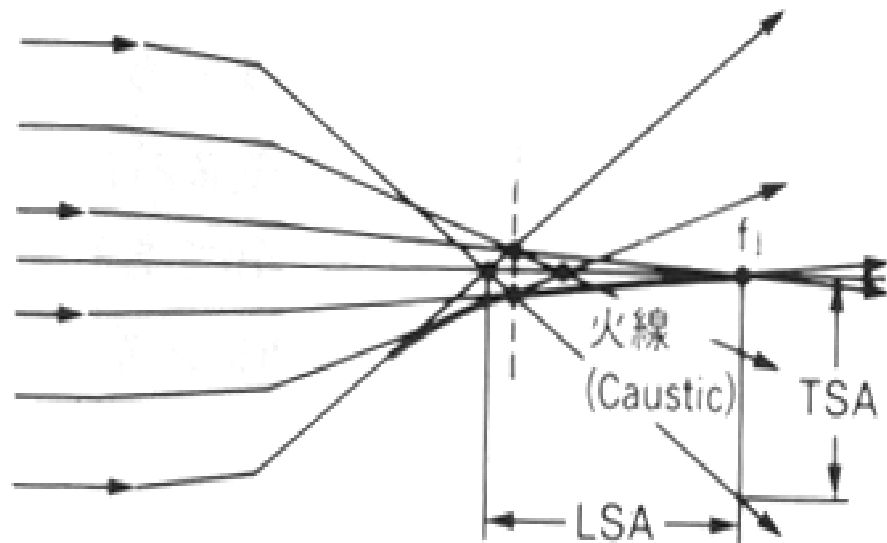
	ナトリウム	カリウム
Atomic[%]	0.43	10.25

マッピングによるレンズの成分分析（裏面）



収差

- ・球面収差 — 近軸焦点と周辺光線の焦点の差
- ・コマ収差 — 光軸上以外で焦点を結ぶ時の収差
- ・非点収差 — メリディオナル面内、サジタル面内の結ぶ像の差
- ・像面湾曲 — 平面物体の像が平面にならずに湾曲するときの平面との収差
- ・歪曲収差 — 物体の幾何学的形状を正確に再現できずに像がゆがんでしまう収差
- ・色収差 — 波長、つまり光の色によって異なる収差

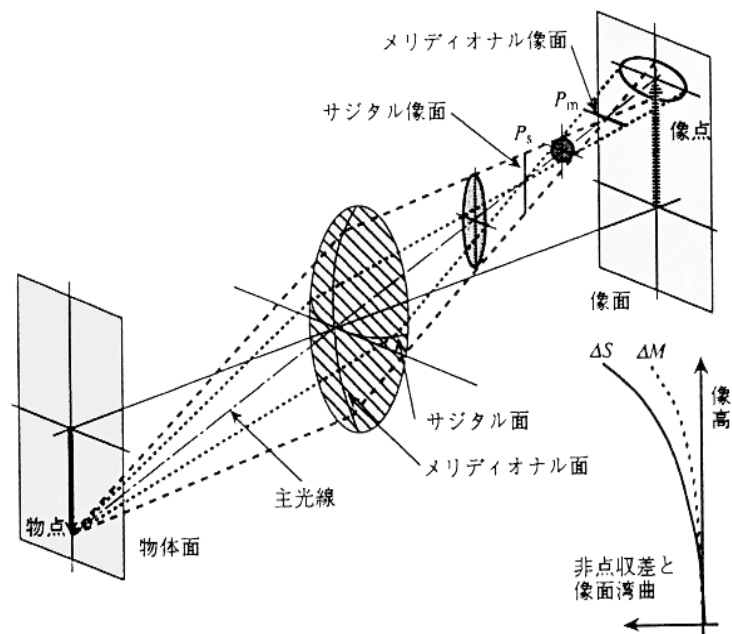


・球面収差

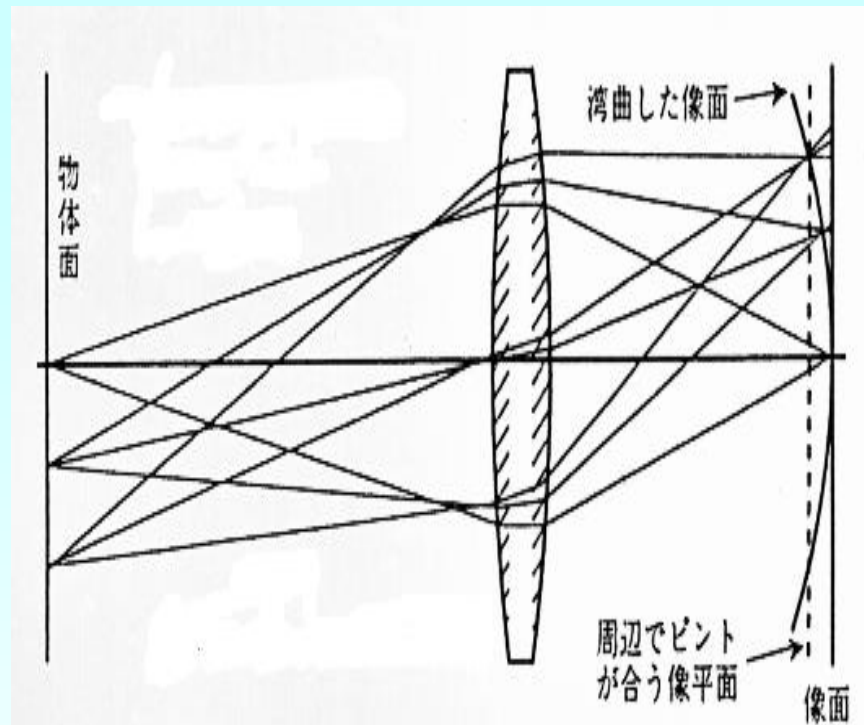
横球面収差・・TSA

縦球面収差・・LSA

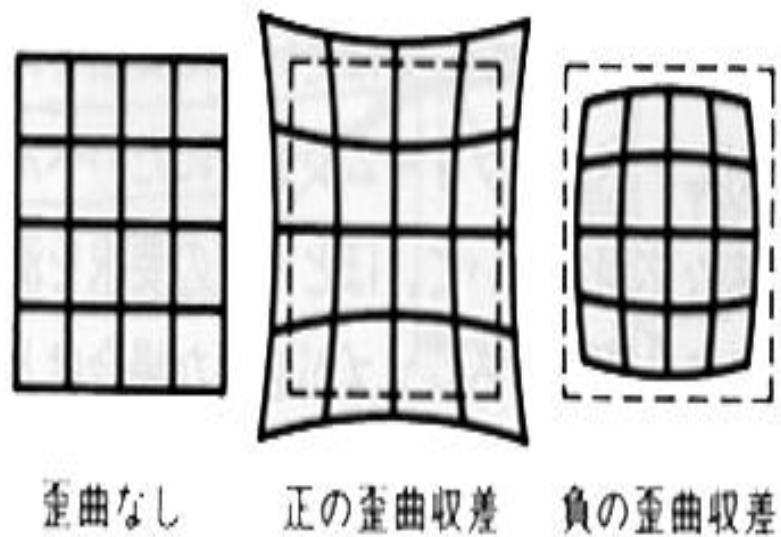
・コマ収差



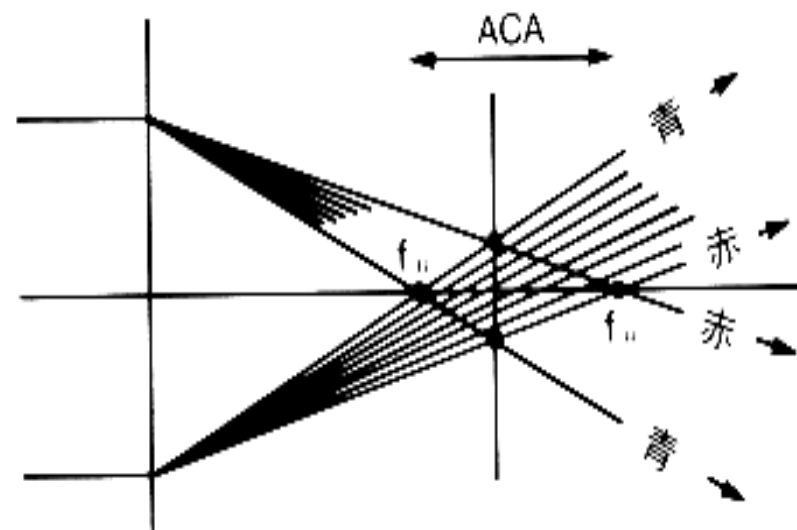
・非点収差



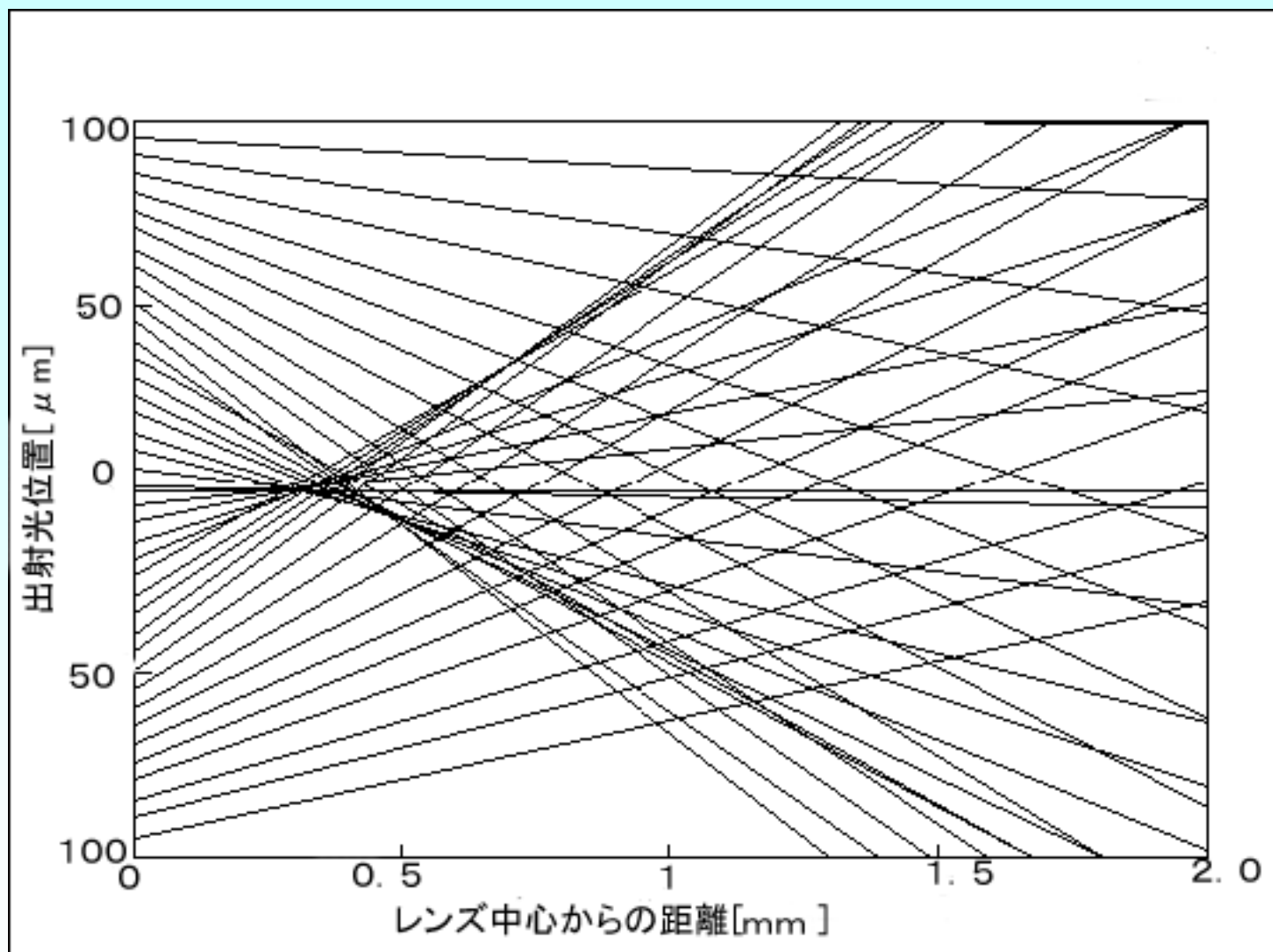
・像面湾曲



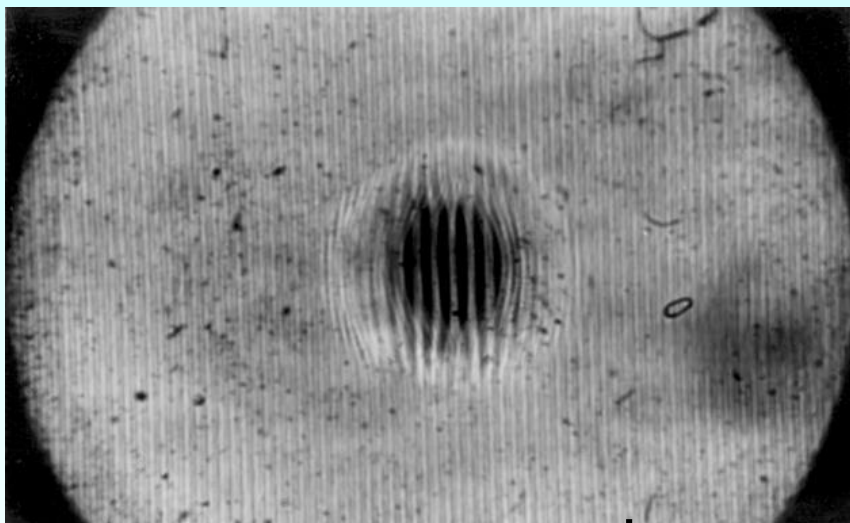
・歪曲



・色収差 縦の色収差

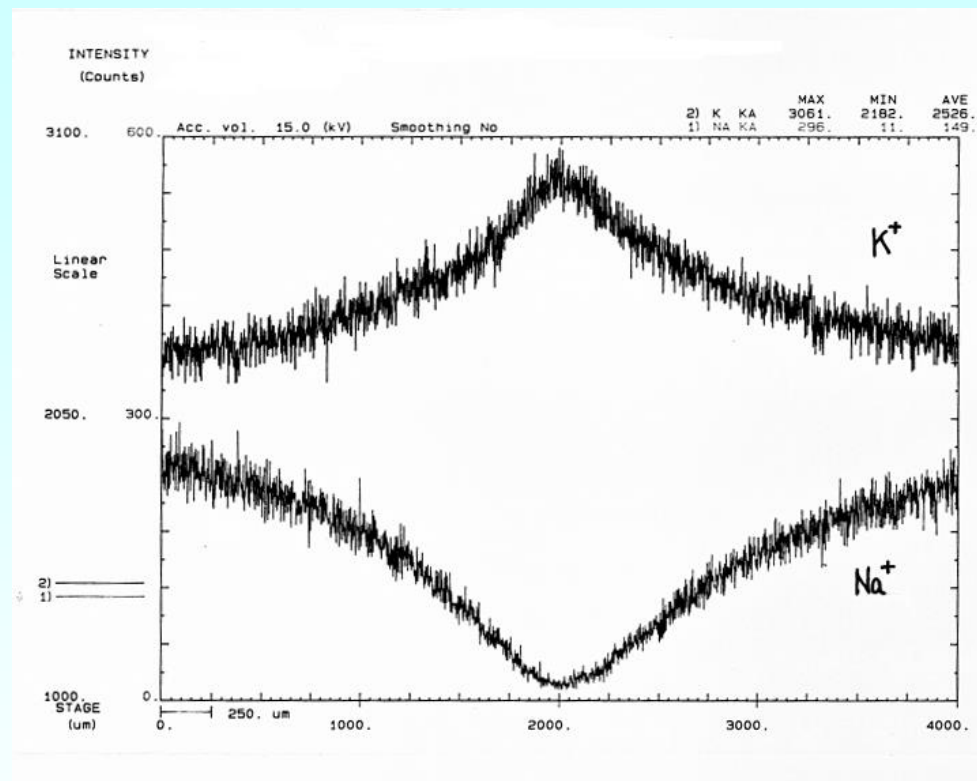


光線追跡の一例



600μm

レンズ写真



EPMAによる定性分析
(裏面)

○ 作成したレンズの利用率

焦点距離	利用率(IF)	利用率(OF)
50mm	30.4%	42.4%
100mm	36.0%	48.0%
150mm	52.0%	61.6%

○ レンズ断面の形状

焦点距離	レンズ径比 R_i/R_o	レーザー 集束比 R_i/R_o
50mm (IF)	1.35	1.27
150mm (OF)	0.94	0.92

まとめ

焦点距離の長い集光レンズ、OFで作成したレンズの方が収差が改善される。



レンズが円柱形になり、
理想屈折率分布に近づくため
であると考えられる。

検討

○ IFでのレンズ

レーザーパワー密度がガラス基盤裏面の方が表面よりも高く、イオン交換も生じる。



屈折率差分布の傾きが大きくなり理想分布と離れる。

○ OFでのレンズ

レーザーパワー密度が裏面の方が低いが、イオン交換が生じるため、屈折率差分布の傾きがブロードになる。



理想分布に近づく